

Công nghệ tồn chứa khí thiên nhiên hóa lỏng - một phương án tồn trữ hiệu quả để đảm bảo an ninh năng lượng quốc gia

Công Ngọc Thắng^{1,*}, Hoàng Anh Tuấn²

¹ Trường Đại học Mở - Địa chất

² Tập đoàn Dầu khí Việt Nam

TÓM TẮT

Với nhu cầu sử dụng năng lượng ngày càng tăng cao để phục vụ mục tiêu tăng trưởng kinh tế cùng với sản lượng khai thác khí trong nước dần dần suy giảm, việc nhập khẩu khí để bù đắp nhu cầu sử dụng hiện hữu và đáp ứng các khách hàng mới (đặc biệt là các Nhà máy điện) là hết sức cấp bách. Vì vậy, Tập đoàn Dầu khí Việt Nam đã và đang triển khai các dự án nhập khẩu khí thiên nhiên hóa lỏng (LNG) để đảm bảo an ninh năng lượng và đáp ứng nhu cầu tiêu thụ ngày càng cao của các khách hàng. Khí thiên nhiên hóa lỏng - được nhập từ các nước xuất khẩu và vận chuyển về Việt Nam bằng các tàu LNG chuyên dụng - sẽ được tồn trữ tại các bồn chứa LNG chuyên dụng đặt tại Kho cảng nhập khẩu LNG, sau đó được tái hóa khí để cung cấp cho các khách hàng. Đây là công nghệ tồn trữ LNG lần đầu tiên được sử dụng tại Việt Nam nên vẫn còn mới mẻ, cần được làm rõ. Trong bài báo này, nhóm tác giả tập trung giới thiệu công nghệ sản xuất, vận chuyển, tiêu chuẩn chất lượng và đặc biệt là công nghệ tồn chứa LNG để góp phần chuyển tải xu hướng công nghệ mới chuẩn bị được đưa vào áp dụng trong ngành công nghiệp khí Việt Nam.

Từ khóa: khí thiên nhiên; khí thiên nhiên hóa lỏng; LNG; công nghệ LNG

1. Đặt vấn đề

Khí thiên nhiên hóa lỏng (LNG - Liquefied natural gas) là sản phẩm có nguồn gốc từ khí thiên nhiên, thành phần chủ yếu là khí metan (CH_4) chiếm trên 85% mol, được hóa lỏng trong khoảng từ -166°C đến -157°C tại áp suất khí quyển. LNG là chất lỏng không gây ăn mòn, không màu, có khối lượng riêng khoảng $420 - 470 \text{ kg/m}^3$. Theo thông lệ, một (01) triệu tấn LNG quy đổi tương đương $1,36 - 1,40$ tỷ m^3 khí (phụ thuộc vào thành phần các cấu tử trong LNG). Khí chuyển từ tự nhiên thành LNG thì thể tích giảm đi 600 lần, do đó, LNG được tồn chứa và vận chuyển rất dễ dàng.

Tính đến cuối năm 2018, trên thế giới có 19 quốc gia xuất khẩu và 36 quốc gia nhập khẩu LNG, trong số đó, Qatar là quốc gia giữ vị trí đứng đầu, cung cấp 24,9% (78,7 triệu tấn) tổng sản lượng LNG của thế giới. Úc chiếm vị trí thứ 2 với sản lượng đạt 68,6 triệu tấn. Theo tài liệu năm 2019 của Hiệp hội khí thế giới - International Gas Union (IGU), sản lượng LNG giao dịch trên thế giới năm 2018 đạt 316,5 triệu tấn trong đó nhóm các quốc gia Châu Á - Thái Bình Dương tiêu thụ khoảng 240 triệu tấn LNG, chiếm 76% tổng cầu LNG thế giới. Nhật Bản (83,2 triệu tấn), Trung Quốc (54,8 triệu tấn) Hàn Quốc (38,6 triệu tấn) là 03 quốc gia nhập khẩu LNG nhiều nhất, chiếm 55,7% sản lượng LNG thế giới. Về nhu cầu LNG, đến năm 2020, trên thế giới hiện có 38 quốc gia tham gia nhập khẩu LNG, trong đó khu vực Đông Nam Á hiện có Thái Lan (2011), Singapore, Malaysia (2013) và Indonesia, Myanmar và Philipine (2019-2020). Trung tâm tiêu thụ LNG chính của thế giới vẫn ở khu vực Châu Á Thái Bình Dương với các nhà nhập khẩu LNG lớn như Nhật Bản, Trung Quốc, Hàn Quốc và Ấn Độ.

Theo đánh giá của tư vấn IHS, tổng nhu cầu tiêu thụ LNG trên thế giới giai đoạn 2020-2030 vào khoảng 360 đến 450 triệu tấn. Dự kiến trong giai đoạn 2018-2025, nhu cầu LNG gia tăng nhanh chóng từ gần 300 triệu tấn/năm lên đến gần 400 triệu tấn/năm chủ yếu là do nhu cầu tiêu thụ năng lượng tại Trung Quốc, Ấn Độ và các nước Đông Nam Á. Các thị trường đang trong giai đoạn hình thành như tại Mỹ Latinh và Bắc Phi cũng góp phần vào sự gia tăng nhu cầu tiêu thụ khí/LNG tuy nhiên tổng nhu cầu vẫn ở mức vừa phải, dự kiến trung bình xấp xỉ 50 triệu tấn/năm cho các thị trường này giai đoạn 2018-2025.

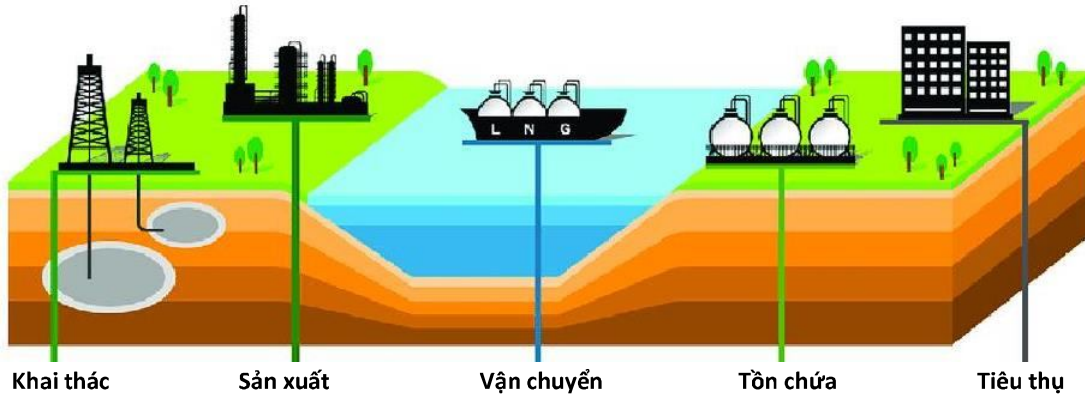
2. Tình hình triển khai nhập khẩu LNG tại Việt Nam

2.1. Mô hình sản xuất - vận chuyển - tồn chứa LNG (Chuỗi giá trị LNG)

* Tác giả liên hệ

Email: congngocthang@humg.edu.vn

Trên thế giới, LNG được sử dụng để thay thế khí tự nhiên ở những khu vực xa nguồn cung cấp khí cũng như dùng để bù đắp vào nguồn khí cung cấp bị thiếu hụt. Mặc dù, chi phí đầu tư, điều kiện và chi phí vận hành cho dự án LNG lớn hơn đối với dự án đường ống, hầu hết các nước phát triển trên thế giới vẫn cho triển khai đồng thời hai giải pháp này nhằm đa dạng hoá nguồn cung cấp khí tự nhiên, kịp thời điều hoà cung cầu khí tự nhiên cho hệ thống đường ống nhằm giảm tối đa việc đốt khí tự nhiên dư do nhu cầu sử dụng khí tự nhiên của các nhà máy điện thay đổi từng thời điểm ngoài kế hoạch. Hình 1 giới thiệu mô hình chuỗi giá trị LNG đang được sử dụng.

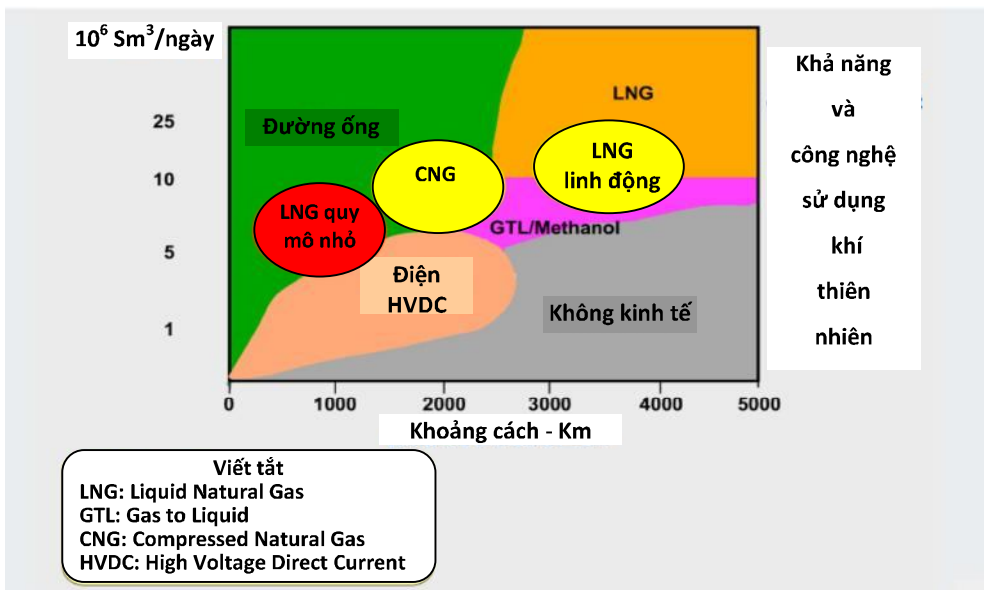


Hình 1. Chuỗi giá trị LNG (Inkyu và nnk, 2017)

Căn cứ vào cân đối cung - cầu khí tại Việt Nam, nguồn khí tự nhiên khai thác trong nước mới chỉ đáp ứng nhu cầu cục bộ tại từng khu vực (Đông Nam bộ, Tây Nam bộ...), trong khi đó, nhu cầu sử dụng năng lượng tại Việt Nam ngày càng tăng cao, đặc biệt là nhu cầu khí cho các Nhà máy điện sử dụng khí trong tương lai gần. Lượng khí thiếu hụt cần phải có nguồn bổ sung bằng LNG và/hoặc bằng khí nhập khẩu qua đường ống.

2.2. So sánh các phương thức vận chuyển khí

Hình 2 giới thiệu mô hình đánh giá khả năng và công nghệ sử dụng để vận chuyển khí thiên nhiên dựa trên khoảng cách đến nơi tiêu thụ. Theo Hình 2, ưu điểm lớn nhất của LNG là để cung cấp khí cho các hộ tiêu thụ ở xa mà không thể vận chuyển bằng đường ống mà sự vận chuyển này thường bằng tàu biển. Đây chính là một trong những ưu điểm lớn nhất của Việt Nam, bởi vì nước ta có một hệ thống bờ biển rất lớn (3260 Km), trải dài từ Bắc vào Nam nên thuận lợi khi triển khai nhập khẩu/cung cấp LNG bằng đường thuỷ.

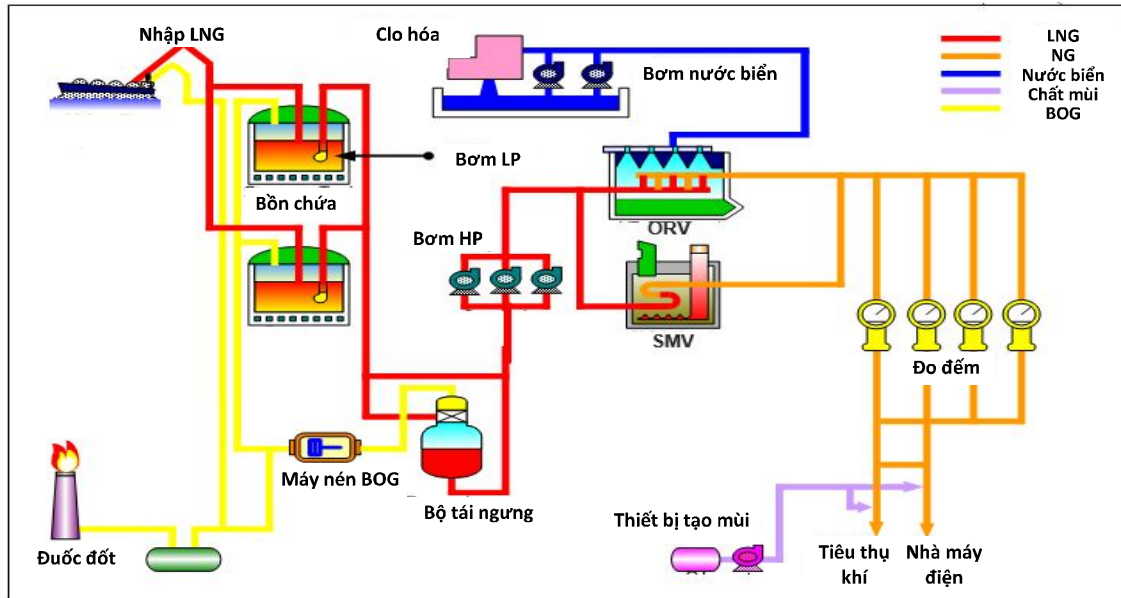


Hình 2. Phương án sử dụng và vận chuyển khí thiên nhiên (KOGAS)

Việc nhập khẩu LNG cung cấp cho các khách hàng hiện hữu (điện, đạm, công nghiệp...) và bù đắp thiếu hụt nguồn cung cấp khí trong nước là vấn đề tất yếu của Việt Nam giai đoạn tới đây. Theo quyết định 60/QĐ-TTg ngày 16 tháng 01 năm 2017 của Thủ tướng Chính phủ và việc phê duyệt Quy hoạch phát triển ngành công nghiệp khí Việt Nam giai đoạn đến 2025, định hướng đến 2035, Việt Nam sẽ bắt đầu tham gia vào thị trường nhập khẩu LNG từ năm 2022 với kế hoạch nhập khẩu LNG dự kiến trong giai đoạn 2021 - 2025 là 1 - 4 tỷ m³/năm và giai đoạn 2026 - 2035 là 6 - 10 tỷ m³/năm. Các dự án nhập khẩu LNG đã có trong Quy hoạch phát triển ngành công nghiệp khí Việt Nam được giới thiệu trong Bảng 1. Có thể thấy rằng, để đáp ứng nhu cầu trong nước, Việt Nam sẽ phải xây dựng nhiều kho cảng nhập khẩu và tồn trữ LNG với quy mô tương đối lớn. Hình 3 mô tả sơ bộ sơ đồ tổng quan nhập - tồn trữ - tái hóa tại một kho chứa LNG. Đây chính là mô hình dự kiến sẽ được sử dụng tại kho cảng nhập khẩu LNG Thị Vải với công suất 1 triệu tấn LNG/năm (PVGas).

Bảng 1. Quy hoạch các dự án nhập khẩu LNG của Việt Nam

TT	Dự án	Thời điểm vận hành	Công suất (triệu tấn/năm)
1	Kho LNG Thị Vải 1 triệu tấn năm	Q2/2022	1
	Kho LNG Thị Vải mở rộng 3 triệu tấn năm	2024	3
2	Kho LNG Sơn Mỹ (Bình Thuận) - giai đoạn 1	2024	1-3
	Kho LNG Sơn Mỹ (Bình Thuận) - giai đoạn 2	2027-2030	3
	Kho LNG Sơn Mỹ (Bình Thuận) - giai đoạn 3	2031-2035	3
3	Kho LNG Tây Nam Bộ (Cà Mau) - giai đoạn 1	2023-2025	1
	Kho LNG Tây Nam Bộ - giai đoạn 2	Sau 2025	1-2
4	Kho LNG Đông Nam Bộ (Tiền Giang)	2022-2025	4-6
5	Kho nổi LNG (FSRU) Thái Bình	2026-2030	0,2-0,5
6	Kho LNG Miền Bắc (Hải Phòng)	2030-2035	1-3
7	Kho LNG Khánh Hòa	2030-2035	3
8	Kho LNG Hải Linh - giai đoạn 1 (120.000 m ³)	Q2/2021	1-2
	Kho LNG Hải Linh - giai đoạn 2 (100.000 m ³)		



Hình 3. Sơ đồ tổng quan nhập - tồn trữ - tái hóa tại một kho chứa LNG

2.3. Các tiêu chuẩn kỹ thuật chính sử dụng thiết kế kho chứa LNG

2.3.1. Yêu cầu kỹ thuật khi thiết kế bồn chứa LNG

Thiết kế các bồn chứa LNG phải tuân thủ theo các tiêu chuẩn Quốc tế và tiêu chuẩn Việt Nam, một số thông số kỹ thuật chính phải tính toán để lựa chọn:

- Thông số thiết kế: Thể tích chứa, Áp suất, nhiệt độ (Design and services data)

- Kích thước chính: Đường kính, chiều cao (Main dimensions)
- Lớp trong/Lớp ngoài (Inner tank/outer tank)
- Bảo ôn/Cách nhiệt (Insulation)
- Hệ thống đường ống trong/ngoài (Internal and external piping)
- Thiết bị an toàn và điều khiển (Instrumentation and safety devices)

Bảng 2 giới thiệu một số tiêu chuẩn Quốc tế và tiêu chuẩn Việt Nam được sử dụng trong thiết kế các bồn chứa LNG (Bộ Khoa học và Công nghệ, 2010).

Bảng 2. Tiêu chuẩn thiết kế bồn chứa LNG

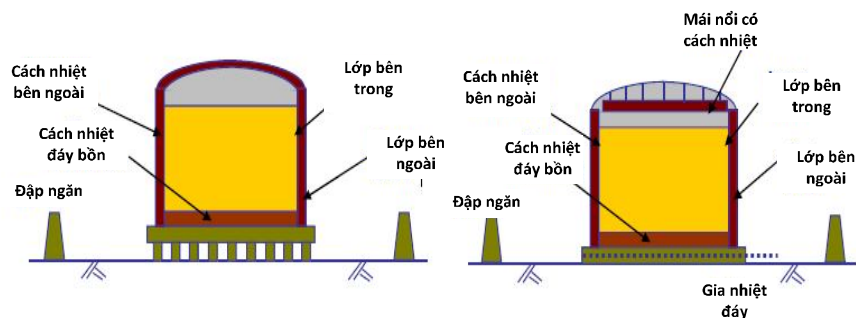
Tiêu chuẩn Việt Nam	
TCVN 8610:2010	Khí thiên nhiên hóa lỏng (LNG) - Hệ thống thiết bị và lắp đặt - Tính chất chung của LNG.
TCVN 8611:2010	Khí thiên nhiên hóa lỏng (LNG) - Hệ thống thiết bị và lắp đặt - Thiết kế hệ thống trên bờ;
TCVN 8612:2010	Khí thiên nhiên hóa lỏng (LNG) - Hệ thống thiết bị và lắp đặt - Thiết kế và thử nghiệm cần xuất nhập.
TCVN 8613:2010	Khí thiên nhiên hóa lỏng (LNG) - Hệ thống thiết bị và lắp đặt - Quy trình giao nhận sản phẩm;
TCVN 8614:2010	Khí thiên nhiên hóa lỏng (LNG) - Hệ thống thiết bị và lắp đặt - Thử nghiệm tính tương thích của các loại vòng đệm được thiết kế cho đầu nối bằng mặt bích trên đường ống LNG;
TCVN 8615-1:2010	Thiết kế, chế tạo tại công trình bể chứa bằng thép, hình trụ đứng, đáy phẳng dùng để chứa các loại Khí hóa lỏng được làm lạnh ở nhiệt độ vận hành từ 0°C đến -165°C - Phần 1: Qui định chung;
TCVN 8615-2:2010	Thiết kế, chế tạo tại công trình bể chứa bằng thép, hình trụ đứng, đáy phẳng dùng để chứa các loại Khí hóa lỏng được làm lạnh ở nhiệt độ vận hành từ 0°C đến -165°C - Phần 2: Các bộ phận kim loại;
TCVN 8615-3:2010	Thiết kế, chế tạo tại công trình bể chứa bằng thép, hình trụ đứng, đáy phẳng dùng để chứa các loại Khí hóa lỏng được làm lạnh ở nhiệt độ vận hành từ 0°C đến -165°C - Phần 3: Các bộ phận bê tông;
TCVN 8616:2010	Khí thiên nhiên hoá lỏng (LNG) - Yêu cầu trong sản xuất, tồn chứa và vận chuyển;
Tiêu chuẩn Quốc tế	
NFPA 59A	Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas LNG. (Tiêu chuẩn cho sản xuất, tồn trữ và xử lý khí thiên nhiên hóa lỏng LNG)
IP Part 9	Liquefied Petroleum Gas Volume 1: Large Bulk Pressure Storage & Refrigerated LPG - Model Code Safe Practice Part 9. (Khí dầu mỏ hóa lỏng Quyển 1: Bồn chứa LPG loại áp lực và loại nhiệt độ lạnh - Phần 9: Bộ quy tắc thực hành an toàn)
BS 7777	Flat-bottomed, vertical, cylindrical storage tanks for low temperature service. (Bồn trụ đứng, đáy phẳng sử dụng ở nhiệt độ thấp)
API 2000	Venting Atmospheric and Low-pressure Storage Tanks. (Tiêu chuẩn về xả khí cho bồn chứa không áp suất và áp suất thấp)

2.3.2. Các loại bồn chứa LNG điển hình

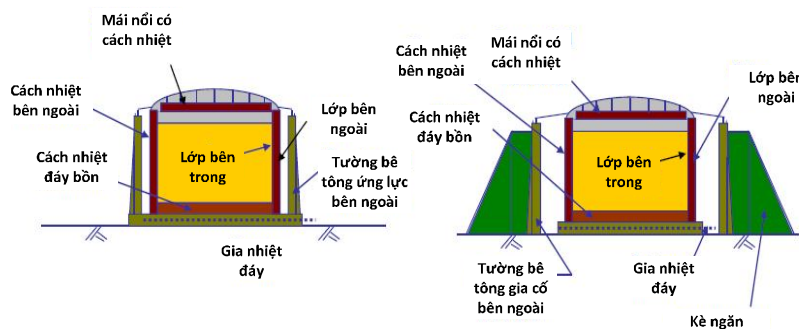
Hiện nay, trên thế giới đang sử dụng 03 loại bồn chứa LNG chủ yếu sau: 1) Bồn chứa thành đơn (Single Containment Type), 2) Bồn chứa thành đôi (Double Containment Type) và 3) Bồn chứa thành toàn bộ (Full Containment Type). Hình 4, 5 và 6 giới thiệu sơ lược về các loại bồn chứa LNG này (KOGAS).

3. Bồn chứa LNG dung tích 200 000 m³

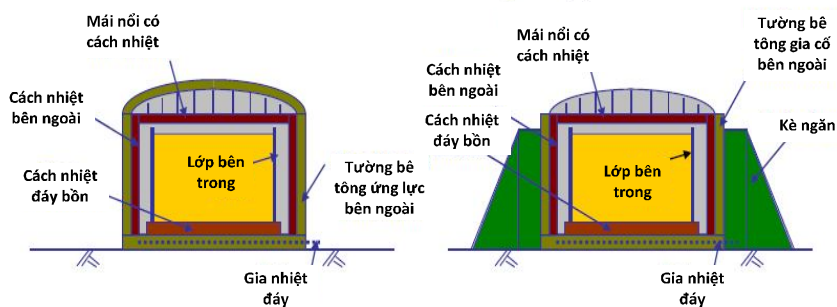
Bồn chứa LNG dung tích 200 000 m³ là loại bồn đang được dùng hiện nay và dự kiến được xây dựng ở một số kho cảng LNG của Việt Nam. Các thông số kỹ thuật của bồn chứa LNG dung tích 200 000 m³ được cho trong Bảng 3. Hình 7, 8 và 9 mô tả sơ bộ cấu trúc bể chứa LNG loại 9% Ni có thành toàn bộ, mặt cắt ngang bồn chứa LNG 200 000 m³ và mức chứa của bồn LNG 200 000 m³ này (PVGas).



Hình 4. Bồn chứa thành đơn (Single Containment Type) (KOGAS)



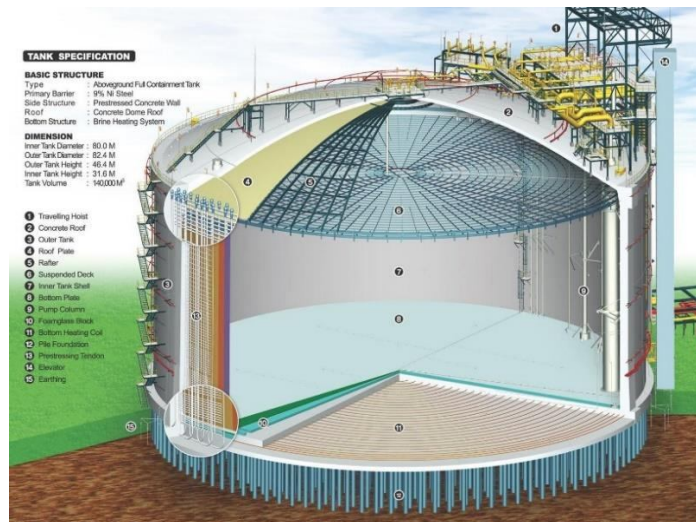
Hình 5. Bồn chứa thành đôi (Double Containment Type) (KOGAS)



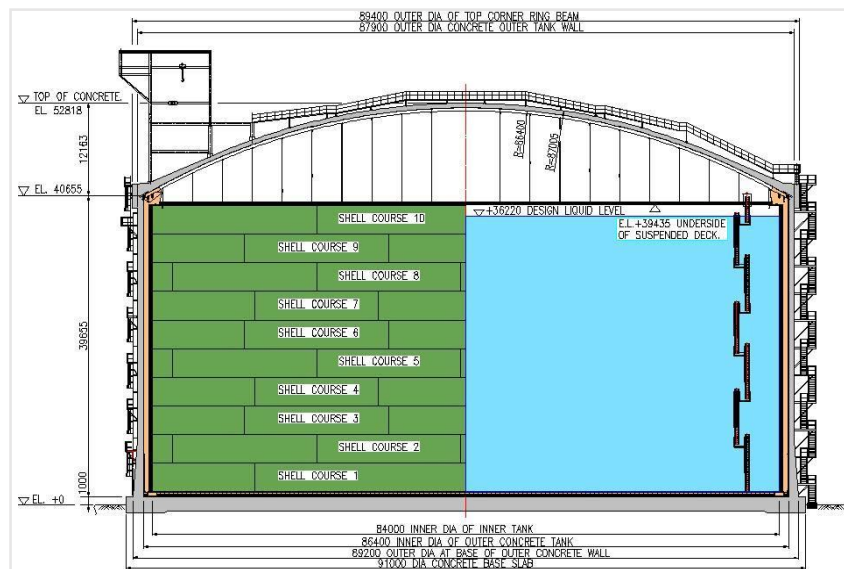
Hình 6. Bồn chứa thành toàn bộ (Full Containment Type) (KOGAS)

Bảng 3. Thông số kỹ thuật của bồn chứa LNG dung tích 200 000 m³

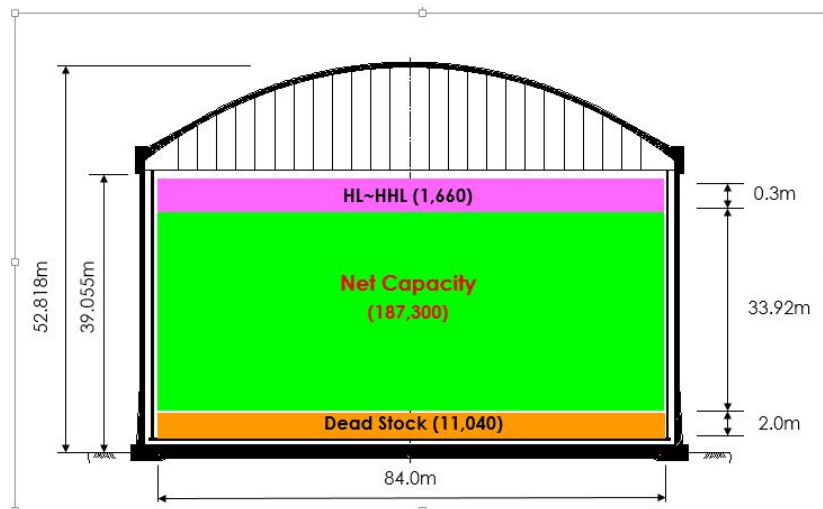
Thông số kỹ thuật	Thông số	Ghi chú
Công suất chứa	200 000 m ³	Gross capacity
Áp suất thiết kế	290 mbar	Design pressure
Áp suất vận hành	250 mbar	Operating pressure
Tỷ lệ hóa hơi/ngày	0.05%	Design BOR
Mức lỏng thiết kế	36.22 m	Design liquid level
Kiểu gia nhiệt đáy	Brine/Electric heating	Type of base
Kiểu mái	Concrete dome	Type of roof
Lớp trong (9% nickel steel)	Diameter 84.0 m Height 37.6 m	Inner tank (9% nickel steel)
Lớp ngoài (Pre-stressed concrete)	Diameter 86.4 m Height 52.8 m	Outer tank (Pre-stressed concrete)



Hình 7. Cấu trúc bể chứa LNG loại 9% Ni, bồn chứa thành toàn bộ (Full Containment Type) (PVGas)



Hình 8. Mặt cắt ngang bồn chứa LNG 200 000 m³ (PVGas)



Hình 9. Mức chứa của bồn LNG 200 000 m³ (PVGas)

4. Kết luận

Tập đoàn Dầu khí Việt Nam đã được Chính phủ giao cho triển khai đầu tư xây dựng các dự án nhập khẩu LNG để duy trì cung cấp cho các khách hàng trong nước (Điện, Đạm, Công nghiệp) - đây là một trong những mục tiêu nhằm đảm bảo chiến lược an ninh năng lượng Quốc gia.

Nhập khẩu LNG là xu hướng tất yếu để bù vào nguồn khí khai thác trong nước đang suy giảm, trong đó, sử dụng công nghệ nhập khẩu bằng tàu LNG và tồn chứa trong LNG trong các bồn chứa chuyên dụng tại các kho nhập khẩu - là giải pháp tối ưu hiện nay. Công nghệ tồn chứa sản phẩm LNG là mới tại Việt Nam, hệ thống thiết bị công nghệ được nhập khẩu trực tiếp từ các nước phát triển. Hiện tại, Tập đoàn Dầu khí Việt Nam/Tổng Công ty Khí Việt Nam đang triển khai xây dựng Kho nhập khẩu LNG 1 triệu tấn tại Thị Vải và dự kiến sẽ đi vào vận hành từ năm 2022. Cơ quan quản lý Nhà nước của Việt Nam cũng đã và đang hoàn thiện Hệ thống tiêu chuẩn để áp dụng trong thiết kế, xây dựng và vận hành kho LNG.

Bài viết tổng quan về công tác lựa chọn thiết kế và xây dựng bồn chứa LNG tại dự án điển hình đang triển khai tại Việt Nam. Qua đó, người đọc có thể nắm bắt được về đặc tính cơ bản của nhiên liệu LNG và hình dung dây chuyền nhập khẩu LNG về Việt Nam gồm các khâu: Mua bán - Vận chuyển - Tồn chứa. Đồng thời, tác giả cũng đã hệ thống hóa một số tiêu chuẩn Quốc tế và Việt Nam tiêu biểu đang áp dụng trong lĩnh vực LNG, tổng quan về phân loại bồn chứa LNG và các thông số điển hình của bồn chứa LNG thể tích 200 000 m³ đang được thi công tại Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

Inkyu Lee, Jinwoo Park, Il Moon, 2017. Key issues and challenges on the liquefied natural gas (LNG) value chain: A review from the process systems engineering point-of-view, *Industrial & Engineering Chemistry Research* 57 (17), 2017.

KOGAS, LNG Tank Development Project.

PVGas, Báo cáo Nghiên cứu khả thi Dự án kho cảng LNG Thị Vải 1 triệu tấn/năm.

Bộ Khoa học và Công nghệ, 2010, Quyết định số 3017/QĐ-BKH-CN ngày 31/12/2010 của Bộ Khoa học và Công nghệ về ban hành danh mục các Tiêu chuẩn Việt Nam lĩnh vực LNG.

ABSTRACT

Liquefied natural gas (LNG) storage technologies - effective storage methods for national energy security

Cong Ngoc Thang¹, Hoang Anh Tuan²

¹ *Hanoi University of Mining and Geology*

² *VietNam Oil and Gas Group (PetroVietnam)*

This paper introduces an overview of liquefied natural gas (LNG), national and international regulations and specifications and also technologies for LNG storage. In this paper, the authors also briefly summarize about the LNG chain value and LNG projects and the usage of LNG for national energy security in Vietnam. The LNG storage tank of 200 000 m³ is introduced as an example of LNG tanks for the Thi Vai LNG terminal project of one million of tons.

Keywords: Natural gas; LNG - Liquefied natural gas; LNG technologies.